

Laid-Open No. 2003-48620

Title: Morphing method of a geometrical figure

Abstract

Provided is a geometrical figure morphing method to be applied to a computer. The method of the present research interpolates boundary lines of geometrical figures having different shapes and controls the morphing rate of the geometrical figures by using a basic morphing equation obtained by adapting a sweep-based Minkowski's operation and a morphing rate controlling equation and a morphing result equation. According to the technology, the shape of a particular geometrical figure is morphed into another shape smoothly by using a control figure that is provided additionally. Therefore, the method of this research can control the morphing rates and shapes of geometrical figures having diverse and complicated shapes and morphs the geometrical figures quickly and safely, even without using the algebraic characteristics of the geometrical figures.

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. ⁷ G06T 5/00	(11) 공개번호 (43) 공개일자	특2003-0048620 2003년06월25일
(21) 출원번호	10-2001-0078576	
(22) 출원일자	2001년12월12일	
(71) 출원인	한국전자통신연구원	
(72) 발명자	대전 유성구 가정동 161번지 이주행	
(74) 대리인	대전광역시서구둔산동샘머리아파트217동1804호 권태복, 이화익	
심사청구 : 있음		
(54) 기하도형의 모핑방법		

요약

본 발명은 컴퓨터에 적용되는 기하도형의 모핑방법에 관한 것이다.

본 발명은 스윙 기반의 민코프스키 연산을 응용한 모핑기본식과 모핑속도제어식 및 모핑결과식을 이용하여 모양이 서로 다른 기하도형의 경계선을 보간하고 기하도형의 모핑속도를 제어하며 별도로 추가되는 제어도형을 이용하여 특정한 기하도형을 모양이 다른 기하도형으로 부드럽게 모핑하며,

이에 따라서, 기하도형의 복잡한 대수학적 성질을 이용하지 않고서도 다양하고 복잡한 모양의 기하도형의 모핑속도와 모양을 제어하면서 기하도형을 빠르고 안정적으로 모핑할 수 있다.

대표도

도2

색인어

모핑, 컴퓨터, 민코프스키 연산, CAD, 컴퓨터 그래픽, 애니메이션

영세서

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 컴퓨터를 도시한 구성도.

도 2는 본 발명에 따른 기하도형의 모핑방법을 도시한 플로차트.

도 3과 도 4는 선형 보간 연산 수행에 의해 모핑되는 기하도형을 도시한 구성도.

도 5는 모핑속도가 제어되는 기하도형을 도시한 구성도.

도 6과 도 7은 순차적 선형 보간 연산 수행에 의해 모핑되는 기하도형을 도시한 구성도이다.

(도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명)

- | | |
|------------|-----------|
| 10: 중앙처리장치 | 20: 주기억장치 |
| 30: 보조기억장치 | 40: 입력장치 |
| 50: 출력장치 | |

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 컴퓨터에 적용되는 기하도형의 모핑방법에 관한 것이며, 보다 상세히는 스웝 기반의 민코프스키(Minkowski) 연산을 응용한 모핑식을 이용하여 기하도형을 모핑하는 기하도형의 모핑방법에 관한 것이다.

일반적으로 컴퓨터를 이용하는 CAD시스템, 그래픽 저작도구, 애니메이션 저작도구 등에서는 특별한 시각 효과를 기대하거나 공작기계의 설계경로생성 등을 나타내기 위하여 모양이 서로 다른 두 개의 기하도형이 주어졌을 때 상기 두 개의 기하도형간의 경계선을 보간하여 하나의 기하도형을 모양이 다른 기하도형으로 부드럽게 변형시키는 모핑(Morphing)을 한다.

그러나, 상기와 같이 컴퓨터에서 이용하는 CAD시스템, 그래픽 저작도구, 애니메이션 저작도구 등에서 사용되는 종래의 기하도형의 모핑방법은 주로 기하도형을 모핑하기 위한 모핑식을 기하도형의 대수학적인 성질을 이용하여 복잡하고 어렵게 유도하고 상기 모핑식의 연산결과가 수치적으로 불안정하기 때문에 간단한 기하도형만을 모핑할 수 있는 단점이 있다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

따라서, 본 발명은 상술한 종래의 문제점을 극복하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 스웝 기반의 민코프스키 연산을 응용한 모핑식들을 이용하여 모양이 서로 다른 기하도형의 경계선을 보간하고 기하도형의 모핑속도를 제어하며 별도로 추가되는 제어도형을 이용하여 특정한 기하도형을 모양이 다른 기하도형으로 부드럽게 모핑하는 기하도형의 모핑방법을 제공하는데 있다.

상기 본 발명의 목적을 달성하기 위한 기하도형의 모핑방법은, 스웝 기반의 민코프스키 연산을 응용한 모핑기본식을 이용하여 모양이 서로 다른 기하도형의 경계선을 보간하는 선형 보간 연산을 수행하여 특정한 기하도형을 모양이 다른 기하도형으로 모핑하는 단계와, 스웝 기반의 민코프스키 연산을 응용한 모핑속도제어식을 이용하여 상기 선형 보간 연산을 수행함과 동시에 기하도형의 모핑속도를 제어하여 특정한 기하도형을 모양이 다른 기하도형으로 모핑하는 단계, 및 스웝 기반의 민코프스키 연산을 응용한 모핑결과식을 이용하여 별도로 추가되는 n개의 제어도형을 이용한 순차적 선형 보간 연산을 수행하여 특정한 기하도형을 모양이 다른 기하도형으로 부드럽게 모핑하는 단계로 이루어진다.

발명의 구성 및 작용

이하, 본 발명에 따른 기하도형의 모핑방법을 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

본 발명에 따른 기하도형의 모핑방법은 도 1에 도시된 바와 같이, 중앙처리장치(10)와, 상기 중앙처리장치(10)에 연결된 주기억장치(20), 상기 주기억장치(20)에 연결된 보조기억장치(30), 상기 중앙처리장치(10)에 연결된 (40)입력장치, 및 출력장치(50)로 구성되는 일반적인 컴퓨터에서 적용된다.

즉, 본 발명에 따른 기하도형의 모핑방법은 컴퓨터에서 읽고 실행시킬 수 있는 프로그램으로 상기 컴퓨터의 주기억장치(20)에 저장되고, 상기 중앙처리장치(10)의 제어에 의해 수행된다.

도 2를 참조하면, S10단계에서는 스웝 기반의 민코프스키 연산을 응용한 모핑기본식을 이용하여 모양이 서로 다른 기하도형의 경계선을 보간하는 선형 보간 연산을 수행하여 특정한 기하도형을 모양이 다른 기하도형으로 모핑한다.

상기와 같이 두 개의 기하도형에 대하여 선형 보간 연산을 수행하는 상기 모핑기본식은 아래의 수학식 1과 같다.

$$A(t) = (1-t) \cdot A_0 \oplus t \cdot A_1$$

상기 수학식 1에 있어서, t는 0에서 1까지 변하는 시간인수이고, A_0 과 A_1 은 특정한 기하도형이며, \oplus 는 두 개의 기하도형에 대한 민코프스키 합연산기호이다.

S20단계에서는 스웝 기반의 민코프스키 연산을 응용한 모핑속도제어식을 이용하여 상기 선형 보간 연산을 수행함과 동시에 기하도형의 모핑속도를 제어하여 특정한 기하도형을 모양이 다른 기하도형으로 모핑한다.

상기와 같이 두 개의 기하도형에 대하여 선형 보간 연산을 수행함과 동시에 기하도형의 모핑속도를 제어하는 상기 모핑속도제어식은 아래의 수학식 2와 같다.

$$A(t,s) = \frac{1}{(s(1-t)-t)} \{s(1-t) \cdot A_0(t) + A_1(t)\}$$

상기 수학적식 2에 있어서, t는 0에서 1까지 변하는 시간인수이고, s는 속도제어인수이며, A₀과 A₁은 특정한 기하도형이며, $\frac{1}{(s(1-t)-t)}$ 는 두 개의 기하도형에 대한 민코프스키 합연산기호이다.

S30단계에서는 스윙 기반의 민코프스키 연산을 응용한 모핑결과식을 이용하여 별도로 추가되는 n개의 제어도형을 이용한 순차적 선형 보간 연산을 수행하여 특정한 기하도형을 모양이 다른 기하도형으로 부드럽게 모핑한다.

상기와 같이 두 개의 기하도형에 대하여 별도로 추가되는 n개의 제어도형을 이용한 순차적 선형 보간 연산을 수행하는 모핑결과식은 아래의 수학적식 3과 같다.

$$A_0^n(t) = (1-t) \cdot A_0^{n-1}(t) + A_1^{n-1}(t)$$

상기 수학적식 3에 있어서, t는 0에서 1까지 변하는 시간인수이고, $\frac{1}{(s(1-t)-t)}$ 는 두 개의 기하도형에 대한 민코프스키 합연산기호이며, n은 순차적 선형 보간 연산을 수행하기 위하여 별도로 추가되는 1개 이상의 제어도형의 개수와 실제로 모핑되는 특정한 기하도형의 개수(2개)를 가산한 값으로서 상기 모핑결과식의 차수를 나타낸다.

예컨대, 서로 다른 2개의 기하도형을 순차적 선형 보간 연산을 수행하여 모핑하기 위하여 1개의 제어도형이 추가되면 상기 n값은 3이 되고, 2개의 제어도형이 추가되면 상기 n값은 4가 된다.

상기와 같이 이루어지는 본 발명에 따른 기하도형의 모핑방법은 다음과 같이 수행된다.

제일 먼저, 다각형의 변의 개수가 대략 50개 미만인 두 개의 기하도형은 스윙 기반의 민코프스키 연산을 응용한 상기 모핑기본식(수학적식 1)을 이용하여 모양이 서로 다른 기하도형의 경계선을 보간하는 선형 보간 연산을 수행하여 특정한 기하도형을 모양이 다른 기하도형으로 모핑한다(S10).

이때, 다각형의 변의 개수가 대략 50개 미만으로 모양이 간단한 두 개의 기하도형(A₀, A₁)은 상기 수학적식 1의 시간인수(t)를 변화시켜 선형 보간 연산을 수행함에 따라서 도 3과 도 4에 도시된 바와 같이 모핑한다.

도 3은 다각형의 변의 개수가 10개 미만인 기하도형을 선형 보간하여 모핑한 것으로서, 도 3의 (a)는 볼록다각형이 선형 보간되어 모핑된 것으로서, 삼각형에서 사각형으로 경계선이 부드럽게 변형되는 상태를 나타낸다.

도 3의 (b)는 볼록다각형과 오목다각형이 선형 보간되어 모핑된 것으로서, 삼각형에서 별모양으로 경계선이 부드럽게 변형되는 상태를 나타낸다.

도 3의 (c)와 (d)는 기하도형이 45도로 회전하도록 선형 보간되어 모핑된 상태를 나타내고, 도 3의 (e)는 기하도형이 거울상으로 이동하도록 선형 보간되어 모핑된 상태를 나타낸다.

도 4는 다각형의 변의 개수가 대략 50개인 기하도형을 선형 보간하여 모핑한 것으로서, 복잡한 파이(π)형 기하도형에서 꽃 모양의 기하도형으로 경계선이 부드럽게 변형되는 상태를 나타낸다.

특히, 도 3과 도 4에 도시된 기하도형을 모핑함에 있어서, 각각의 중간단계에 나타나는 변형된 형상은 상기 수학적식 1의 시간인수(t)의 값에 따라 결정되며, 이에 따라서 상기 수학적식 1은 모핑되는 기하도형의 선형성을 수학적으로 용이하게 제어할 수 있다.

다음으로, 상기 모핑기본식(수학적식1)을 수행하여 모핑하는 두 개의 기하도형(A₀, A₁)에 대한 모핑속도를 제어하고자 하는 경우, 즉 모양 특정한 기하도형을 보다 빠르게 다른 기하도형으로 변형시키면서 모핑하고자 하는 경우에는 스윙 기반의 민코프스키 연산을 응용하여 상기 모핑기본식(수학적식1)에 상기 속도제어인수(s)의 개념을 도입한 모핑속도제어식(수학적식2)을 이용하여 상기 선형 보간 연산을 수행함과 동시에 기하도형의 모핑속도를 제어하여 특정한 기하도형을 모양이 다른 기하도형으로 모핑한다(S20).

예컨대, 도 5의 (a)에 도시된 바와 같이 상기 모핑기본식(수학적식1)에 의해 단순히 선형 보간 연산되어 팔각형이 별모양의 기하도형으로 모핑되는 경우, 팔각형에서 별모양으로 변형되는 시점을 앞당기기 위하여 상기 모핑속도제어식(수학적식2)에 소정의 속도제어인수(s)를 부여하면, 도 5의 (b)에 도시된 바와 같이 팔각형에서 별모양으로 변형되는 시점이 앞당겨지면서 팔각형이 별모양의 기하도형으로 모핑된다.

실제로, 도 5의 (b)는 상기 모핑속도제어식(수학적식2)의 속도제어인수(s)가 0.1일 때 팔각형에서 별모양으로 변형되는 시점이 도 5의 (a)에서 팔각형이 별모양으로 변형되는 시점보다 급격하게 앞당겨진 상태

를 나타낸 것이다.

한편, 상기 모핑속도제어식(수학식2)을 이용하여 상기 선형 보간 연산을 수행함과 동시에 기하도형의 모핑속도를 제어하더라도 두 개의 기하도형을 원하는 상태로 부드럽게 모핑할 수 없는 경우가 있는데, 이와 같은 경우에는 스윙 기반의 민코프스키 연산을 응용한 모핑결과식(수학식3)을 이용하여 별도로 추가되는 n개의 제어도형을 이용한 순차적 선형 보간 연산을 수행하여 특정한 기하도형을 모양이 다른 기하도형으로 부드럽게 모핑한다(S30).

예컨대, 도 6과 도 7에 도시된 바와 같이, 상기 모핑결과식(수학식3)의 차수(n)를 3으로 설정하면 서로 다른 2개의 기하도형(A₀, A₂)을 순차적 선형 보간 연산을 수행하여 모핑하기 위하여 1개의 제어도형(A₁)이 추가되는데, 이때 상기 모핑결과식(수학식3)은 아래의 수학식 4와 같은 2차모핑결과식이 된다.

$$A_0^2(t) = (1-t) \cdot A_0^1(t) \oplus t \cdot A_1^1(t)$$

상기 수학식 4에 있어서, $A_0^1(t)$ 는 도 6에 도시된 삼각형 기하도형(A₀)을 원형 제어도형(A₁)으로 모핑하거나 도 7에 도시된 가지가 4개인 별모양 기하도형(A₀)을 팔각형 제어도형(A₁)으로 모핑하는 모핑기본식으로서, 상기 모핑기본식(수학식1)을 이용하여 아래의 수학식 5와 같이 구한다.

$$A_0^1(t) = (1-t) \cdot A_0 \oplus t \cdot A_1$$

또한, 상기 $A_1^1(t)$ 는 도 6에 도시된 삼각형 기하도형(A₀)을 사각형 기하도형(A₂)으로 모핑하거나 도 7에 도시된 가지가 4개인 별모양 기하도형(A₀)을 가지가 8개인 별모양 기하도형(A₂)으로 모핑하는 모핑기본식으로서, 상기 모핑기본식(수학식1)을 이용하여 아래의 수학식 6과 같이 구한다.

$$A_1^1(t) = (1-t) \cdot A_1 \oplus t \cdot A_2$$

여기서, 상기 수학식 5와 수학식 6을 상기 2차모핑결과식(수학식 4)에 대입하면, 상기 2차모핑결과식(수학식4)은 아래의 수학식 7과 같이 구해진다.

$$A_0^2(t) = (1-t) \cdot A_0^1(t) \oplus t \cdot A_1^1(t) \\ = (1-t)^2 \cdot A_0 \oplus (1-t) \cdot A_1 \oplus t(1-t) \cdot A_1 \oplus t^2 \cdot A_2$$

만약, A²·A=2A라는 민코프스키 합연산이 성립하는 특별한 경우라면, 상기 수학식 7은 아래의 수학식 8과 같이 단순화된다.

$$A_0^2(t) = (1-t)^2 \cdot A_0 \oplus 2t(1-t) \cdot A_1 \oplus t^2 \cdot A_2$$

실제로, 도 6과 도 7에 도시된 바와 같이, 원형 또는 팔각형 제어도형(A₁)을 추가하여 상기 모핑결과식(수학식4)에 의한 순차적 선형 보간 연산을 수행하여 삼각형 또는 가지가 4개인 별모양(A₀)을 위에서 아래로 포물선을 그리면서 변형시켜 사각형 또는 가지가 8개인 별모양(A₂)으로 모핑하면, 상기 모핑기본식(수학식1)만을 수행하여 삼각형 또는 가지가 4개인 별모양(A₀)을 위에서 아래쪽을 향해 수직으로 변형시켜 사각형이나 가지가 8개인 별모양(A₂)으로 모핑하는 경우에 비해 중간단계에서 반영되는 기하도형의 모양이 부드럽게 나타남을 알 수 있다.

또한, 두 개의 기하도형을 원하는 상태로 더욱더 부드럽게 모핑하고자 한다면 제어도형의 개수를 복수로

추가하여 상기 모핑결과식(수학식3)의 차수(n)를 변경할 수 있다.

예컨대, 상기 모핑결과식(수학식3)의 차수(n)를 4로 설정하면 서로 다른 2개의 기하도형(A_0, A_3)을 순차적 선형 보간 연산을 수행하여 모핑하기 위하여 2개의 제어도형(A_1, A_2)이 추가되는데, 이때 상기 모핑결과식(수학식3)은 아래의 수학식 9와 같은 3차모핑결과식이 된다.

$$A_0^3(t) = (1-t) \cdot A_0^2(t) + t \cdot A_1^2(t)$$

이때, 상기 $A_0^3(t)$ 는 $A_0^2(t)$ 와 유사하게 표현된다.

발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명에 따른 기하도형의 모핑방법은 스웍 기반의 민코프스키 연산을 응용한 모핑기본식과 모핑속도제어식 및 모핑결과식을 이용하여 모양이 서로 다른 기하도형의 경계선을 보간하고 기하도형의 모핑속도를 제어하며 별도로 추가되는 제어도형을 이용하여 특정한 기하도형을 모양이 다른 기하도형으로 부드럽게 모핑하기 때문에, 기하도형의 복잡한 대수학적 성질을 이용하지 않고서도 다양하고 복잡한 모양의 기하도형의 모핑속도와 모양을 제어하면서 기하도형을 빠르고 안정적으로 모핑할 수 있다는 장점이 있다.

이상에서 설명한 것은 본 발명에 따른 기하도형의 모핑방법을 실시하기 위한 하나의 실시예에 불과한 것으로서, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 않고, 이하의 특허청구의 범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변경 실시가 가능한 범위까지 본 발명의 기술적 정신이 있다고 할 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

스웍 기반의 민코프스키 연산을 응용한 모핑기본식을 이용하여 모양이 서로 다른 기하도형의 경계선을 보간하는 선형 보간 연산을 수행하여 특정한 기하도형을 모양이 다른 기하도형으로 모핑하는 단계(S10)와,

스웍 기반의 민코프스키 연산을 응용한 모핑속도제어식을 이용하여 상기 선형 보간 연산을 수행함과 동시에 기하도형의 모핑속도를 제어하여 특정한 기하도형을 모양이 다른 기하도형으로 모핑하는 단계(S20), 및

스웍 기반의 민코프스키 연산을 응용한 모핑결과식을 이용하여 별도로 추가되는 n개의 제어도형을 이용한 순차적 선형 보간 연산을 수행하여 특정한 기하도형을 모양이 다른 기하도형으로 부드럽게 모핑하는 단계(S30)

로 이루어지는 것을 특징으로 하는 기하도형의 모핑방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 두 개의 기하도형에 대하여 선형 보간 연산을 수행하는 상기 모핑기본식은

$$A(t) = (1-t) \cdot A_0 + t \cdot A_1$$

로 된 것을 특징으로 하는 기하도형의 모핑방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 두 개의 기하도형에 대하여 선형 보간 연산을 수행함과 동시에 기하도형의 모핑속도를 제어하는 상기 모핑속도제어식은

$$A(t,s) = \frac{1}{(s(1-t)+t)} \{s(1-t) \cdot A_0 + t \cdot A_1\}$$

로 된 것을 특징으로 하는 기하도형의 모핑방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 두 개의 기하도형에 대하여 별도로 추가되는 n개의 제어도형을 이용한 순차적 선형,

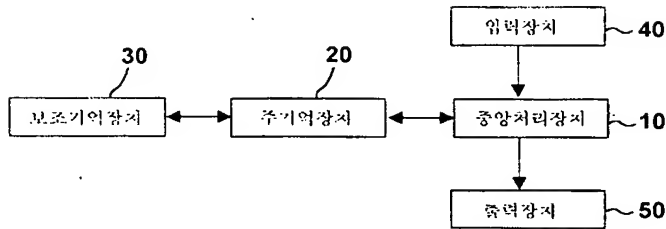
보간 연산을 수행하는 모핑결과식은

$$A_0^n(t) = (1-t) \cdot A_0^{n-1}(t) + t \cdot A_1^{n-1}(t)$$

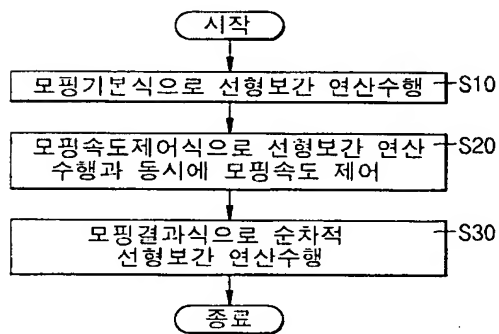
로 된 것을 특징으로 하는 기하도형의 모핑방법.

도면

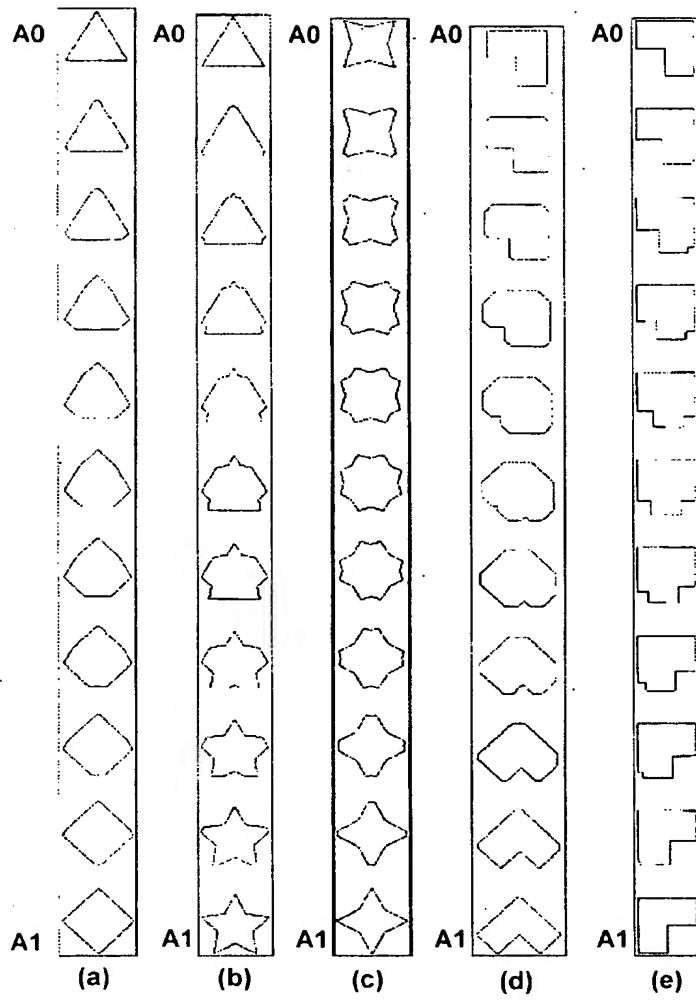
도면1



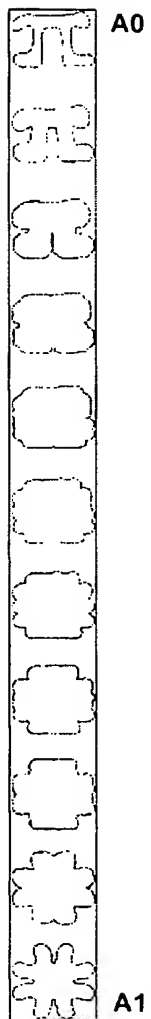
도면2



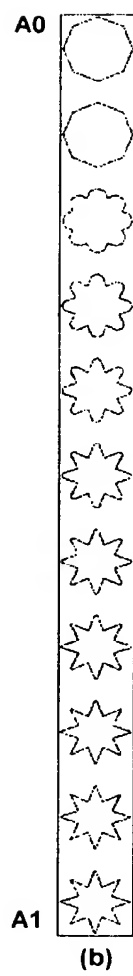
도면3



도면4



도면5



도면7

